

**ЛІТЕРАТУРА**



**НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНА**

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального  
виробництва»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №2  
з дисципліни «Метали і зварювання  
в будівництві»

на тему:

«Напівавтоматичне зварювання порошковим  
дротом на спеціальному напівавтоматі ПМП-6»

Тернопіль,  
2017



Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального виробництва»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №2  
з дисципліни «Метали і зварювання в будівництві»

на тему:

«Напівавтоматичне зварювання порошковим дротом на  
спеціальному напівавтоматі ПМП-6»

Для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»,  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Тернопіль,  
2017

Методичні вказівки розроблено відповідно з навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня " бакалавр", спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», а також робочої програми з дисципліни " Метали і зварювання в будівництві "

Укладачі: к.т.н., доц. Окіпний І.Б.

ст. викладач Береженко Б.М.

Рецензент: к.т.н., доц. Ковальчук Я.О.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри «Технології і обладнання зварювального виробництва»

Протокол № \_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Затвердила та рекомендувала до друку методична комісія  
ФМТ ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

# **ТЕМА: НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ ПОРОШКОВИМ ДРОТОМ НА СПЕЦІАЛЬНОМУ НАПІВАВТОМАТІ ПМП-6**

**МЕТА:** вивчити призначення, технічну характеристику і принцип роботи напівавтомату ПМП-6;

по літературним джерелам підібрати необхідні параметри режиму зварювання, діаметри і марки дроту;

навчитися налагоджувати напівавтомат на заданий режим зварювання, керувати напівавтоматом;

отримати необхідні теоретичні знання і практичні навички по зварюванні простих з'єднань із маловуглецевої сталі.

## **1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Зварювання відкритою дугою з використанням порошкового дроту є одним із перспективних способів.

В промисловості знаходить застосування порошковий дріт:

а) самозахисний – ПП-АН1, ПП-АН3, ПП-АН7, ПП-АН11, ЕПС-15М, ПП-1ДСК, ПП-2ДСК, ПП-АНЗС, СП-2;

б) з додатковим захистом в вуглекислому газі – ПП-АН8, ПП-АН10, ПП-АН21, ПП-АН54.

Механічні властивості металу шва при зварюванні порошковим дротом знаходяться приблизно на рівні властивостей з'єднань, виконаних електродами типу Е-50А по ГОСТ 9467-75.

Порошковий дріт – це безперервний електрод, який складається з металевої оболонки і порошкоподібного наповнювача (сердечника). Наповнювачем являється суміш із газо- і шлакоутворюючих матеріалів, феросплавів і металевих порошків. Ефективність захисту розплавленого металу від повітря залежить від кількості захисних матеріалів сердечника, складу сердечника, конструкції дроту, режиму зварювання і характеризується вмістом азоту в металі шва.

По конструкції порошковий дріт буває: простий, трубчатий з одним і двома згинами оболонки, двошаровий. Як правило, дріт простої трубчатої конструкції застосовують з додатковим

захистом в вуглекислому газі, а з одним і двома загинами оболонки і двошаровий застосовують без додаткового захисту.

Порошковий дріт розрізняють за призначенням, способом захисту металу і складу сердечника. Найбільш широке застосування отримав дріт для зварювання маловуглецевих і низьколегованих конструкцій сталей. В останній час застосовують порошковий дріт для зварювання легованих сталей, чавуну, кольорових металів і сплавів. По способу захисту порошковий дріт поділяється на самозахисний (захист розплавленого металу за допомогою складових сердечника дроту) і на дріт з додатковими захистом зони зварювання газом або флюсом. Найбільш часто в якості захисного середовища застосовують вуглекислий газ в якості додаткового захисту.

По складу сердечника порошковий дріт в основному поділяється на п'ять типів:

- 1) рутил-органічний;
- 2) карбонатно-флюоритний;
- 3) флюоритний;
- 4) рутиловий;
- 5) рутил-флюоритний.

Назва типу дроту визначається найменуванням основних складових сердечника. Дріт перших трьох типів застосовується, як правило, без додаткового захисту. Дріт рутилового і рутил-флюоритного типів використовують для зварювання в вуглекислому газі.

Самозахисний дріт рутило-органічного типу призначений для зварювання маловуглецевих сталей. Сердечник його складається в основному із рутилового концентрату і алюмосилікатів (польовий шпат, граніт, слюда та ін.). В якості розкислювачів використовують феромарганець, а газоутворюючих - органічні матеріали - крохмаль, целюлоза.

Наплавлений метал по хімічному складу близький до киплячої або напівспокійної маловуглецевої сталі і вміщує значної кількості водню, азоту і неметалевих включень.

Для попередження пористості шва при зварюванні дротом цього типу обмежують силу струму, що знижує продуктивність зварювання.

Ефективність захисту металу знижується при підвищенні напруги дуги.

Дріт рутил-органічного типу володіє задовільними зварювально-технологічними властивостями і в широкому діапазоні напруги дуги забезпечує одержання щільних швів.

Метал швів, виконаний дротом рутил-органічного типу в діапазоні рекомендованих режимів зварювання мало схильний до утворення пористості при зволоженні сердечника або наявності іржі і окалини на поверхні металу, який зварюється. Схильність до пористості підвищується при зварюванні металу з великим вмістом кремнію.

Рутил-органічний дріт марок ПП-АНІ, ПП-ІДСК, ПВС-ІЛ знайшов застосування при виготовленні і монтажі невідповідальних конструкцій в будівництві, машинобудуванні, і річковому суднобудуванні та ін.

Дріт карбонатно-флюоритного типу призначений для зварювання відповідальних конструкцій із маловуглецевих і низьколегованих сталей.

Зварювання порошковим дротом карбонатно-флюоритного типу використовують на постійному струмі зворотної полярності при живленні від джерела зварювального струму з жорсткою зовнішньою характеристикою, механічні властивості металу шва знаходяться на рівні електродів фтористо-кальцієвого типу.

Порошковий дріт виготовляють із сталюї стрічки, згорнутої в трубочку з шихтою в середині (феросплави, залізний порошок, графіт та інші). В залежності від складу шихти порошковий дріт можна використовувати для ручного дугового зварювання різних марок сталей і чавуну.

По ГОСТ 5.1491-72 виготовляється порошковий дріт діаметром 2,5...5,0 мм.

Для зварювання чавуну застосовують порошковий дріт ПП-41, ПП-42, ПП-43.

При зварюванні порошковим дротом забезпечується захист зварювальної ванни від навколишнього середовища і легування металу шва. При напівавтоматичному зварюванні порошковим дротом досягається хороше формування шва і незначний коефіцієнт розбризкування металу.

## 2 ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ І ІНСТРУМЕНТ

2.1 Зварювальний напіваавтомат типу ПМП-6 в комплекті з постійним джерелом живлення.

2.2 Зварювальний самозахисний дріт марки ПП-АНЗ або ПП-2ДСК.

2.3 Пластини із маловуглецевої сталі.

2.4 Дротяна стальна щітка для зачистки зварних швів.

2.5 Набір інструмента.

## 3 ПРИЗНАЧЕННЯ І ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАПІВАВТОМАТУ ПМП-6

Спеціальний напіваавтомат ПМП-6 призначений для дугового зварювання сталених конструкцій, шви яких розміщені в різних просторових положеннях і труднодоступних місцях.

Зварювання напіваавтоматом виконується на постійному струмі відкритою дугою самозахисним порошковим дротом. Радіус дії напіваавтомату від джерела живлення становить – 35 м при використанні струмопровідного кабеля із мідних жил, причому переріз кабеля повинен становити не менше 70 мм<sup>2</sup>.

Напіваавтомат призначений для зварювання на відкритих будівельних монтажних площадках.

Напіваавтоматом можна виконувати зварювання стикових, кутових і з'єднань внапустку із маловуглецевих і низьколегованих сталей товщиною 3мм і більше, а також арматурних стержнів діаметром 20...70мм.

Малі габаритні розміри і маса, а також відсутність шафи керування обумовлює застосування напіваавтомату в монтажних умовах.

## ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ДАНІ

Максимальний зварювальний струм, А - 500

Межі регулювання напруги, В - 20...30

Діаметр порошкового дроту, мм - 1,6...3.

Швидкість подачі електродного дроту, м/год - 100...600

Маса, кг - 12.



## 4 БУДОВА І ПРИНЦИП РОБОТИ

Загальний вигляд напівавтомату наведено на рисунку 1. Напівавтомат складається із: механізму подачі дроту 1, який закріплений на зварному трубчастому каркасі 2, касети для дроту 3 і зварювального пальника 4. Механізм подачі складається із черв'ячного редуктора та механізму подачі, подача дроту здійснюється за допомогою електродвигуна 5 з номінальною напругою 24 В.

Подача електродного дроту здійснюється парою зубчастих коліс 7 і 6 з канавкою, встановлених з незмінною відстанню між осями.

Зміна швидкості подачі дроту – ступінчата, реалізується зубчатими колесами із різною кількістю зубів, таблиця 1. Можлива і плавна зміна швидкості подачі дроту шляхом зміни напруги на якорі електродвигуна.

Таблиця 1 – Залежність швидкості подачі дроту від кількості зубів змінних шестерень

Число зубів подаючого ролика	Швидкість подачі дроту, м/год
16	100...260
24	235...400
32	320...600

Для подачі порошкового дроту, який застосовується для даного напівавтомату використовується одна пара роликів, які можна використовувати для всього асортименту наявних порошкових дротів. Для рівномірної подачі зварювального дроту канавки роликів повинні знаходитися в одній площині з віссю отвору хвостовика направляючого каналу. Зміщення осі отвору допускається не більше 0,5 мм.

Електрична ізоляція механізму подачі від каркасу дозволяє встановлювати напівавтомат в процесі зварювання на зварну конструкцію.

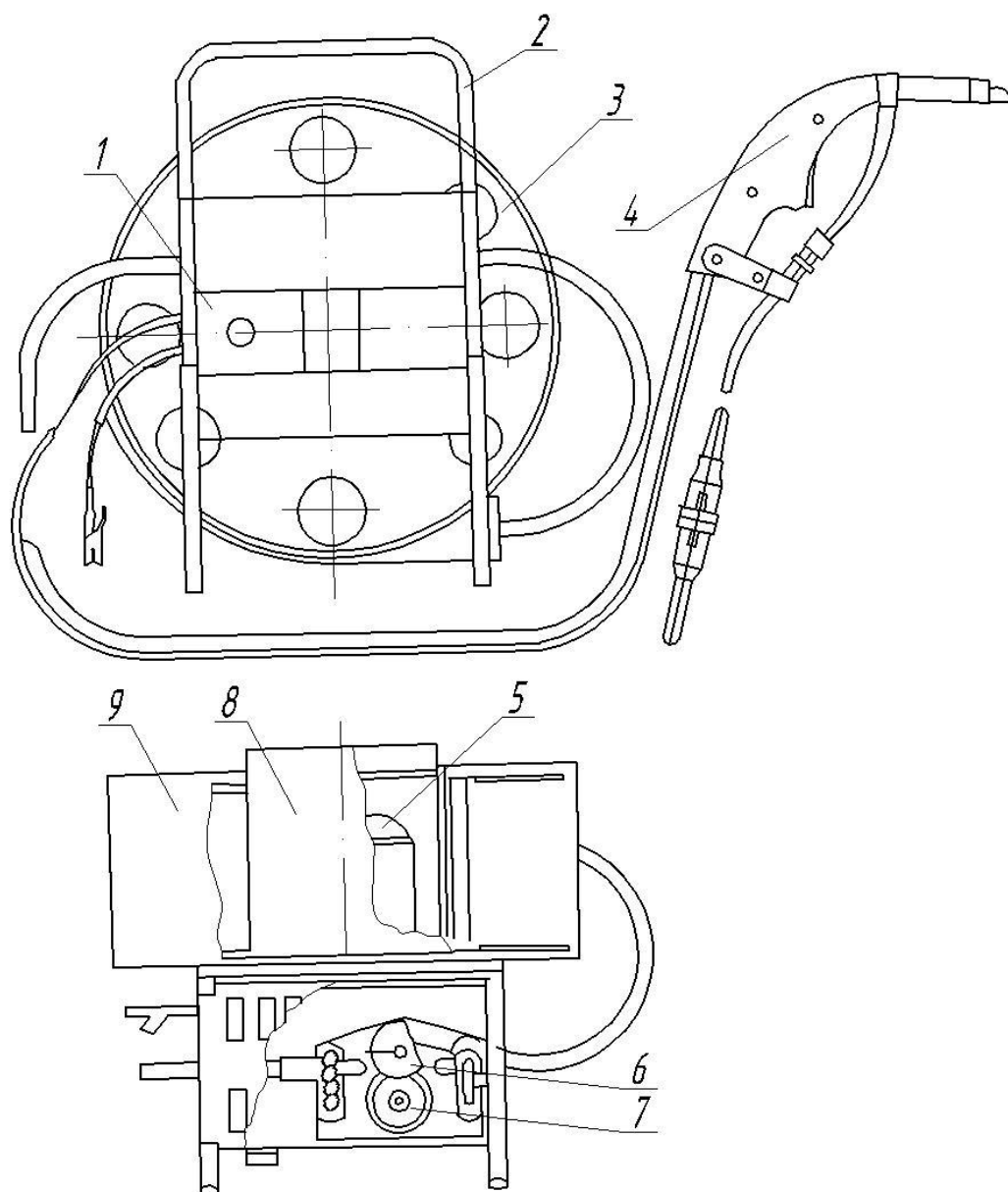
Касета з мотком дроту може вільно крутитися навколо вісі 8 (рис.1). Вісь виконана у вигляді сталльної обичайки, закріпленої

на каркасі, в середині якої розміщений електродвигун. Для запобігання випадання касети служить гвинтовий упор 9.

З метою запобігання потрапляння бризок на електродний дріт, який знаходиться в касеті, на каркасі закріплений кожух 10.

Подаючі ролики являють собою зубчаті взаємозачепляючі колеса з канавкою, причім один з них встановлений з можливістю осьового переміщення на вихідному валу редуктора, а другий закріплено нерухомо на валу, який вільно крутиться. Дріт пропускається в зазор канавками роликів.

Зусилля затискування дроту забезпечується затягуванням притискної гайки з накаткою. Фіксація гайки в затягнутому положенні здійснюється штопорним болтом.



1-механізм подачі дроту; 2-трубчастий каркас; 3-касета для дроту; 4-зварювальний пальник; 5-електродвигун; 6-7-зубчаті колеса; 8-гвинтовий упор; 9-кожух

Рисунок 1 - Загальний вигляд напівавтомату типу ПМП-6

Для повертання ролика в початкове положення використовується пружина.

Електрична схема напіваавтомату приведена на рис. 2.

В напіваавтоматі засновується безконтактна схема керування, таким чином струмороз'єдний наконечник постійно знаходиться під напругою.

Схема забезпечує подачу електродного дроту через шланговий тримач в зону зварювання в процесі зварювання і плавне регулювання швидкості подачі дроту.

Живлення схеми керування здійснюється від зварювального випрямляча з жорсткою вольтамперною характеристикою.

В електричну схему входять наступні елементи;

- резистор для налагоджування;
- тумблер реверса;
- мікровимикач;
- електродвигун;
- запобіжник;
- штепсельні з'єднання.

## 5 ПІДГОТОВКА НАПІВАВТОМАТА ДО РОБОТИ

5.1 Напіваавтомат підключається до джерела живлення постійної напруги із жорсткою зовнішньою вольтамперною характеристикою. Зварювання металоконструкції із маловуглецевих і низьколегованих сталей порошковим дротом здійснюється на зворотній полярності, тому до струмороз'єдному зварювального пальника, підключається кабель від клеми “+” до джерела живлення, а кабель від клеми “-” джерела живлення підключається до зварюваного виробу.

5.2 Виходячи із заданого режиму зварювання, підбирають за таблицею 1 необхідну пару подаючих роликів і встановлюють їх на механізмі подачі дроту. В залежності від діаметра дроту підбирають відповідний струмороз'єдний наконечник.

5.3 Проводять зарядку напіваавтомата порошковим дротом.

5.4 З'єднують струмовий роз'єм. Під'єднують провід від гнізда “Земля” напіваавтомата на зварну конструкцію.



5.5 Натискуванням клавіші на зварювальному пальнику включити механізм подачі і подати дріт в направляючий канал зварювального пальника.

## 6 ВИБІР РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ

Режим зварювання вибирають в залежності від товщини зварних деталей і типу з'єднань табл. 2-4.

Після того, як напівавтомат підготовлений до роботи і встановлені орієнтовні параметри режиму зварювання, шляхом наплавлення валиків на зразки уточнюють підібрані параметри режиму зварювання, регулюючи напругу джерела живлення і швидкість подачі дроту.

## 7 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА НАПІВАВТОМАТІ

7.1 До роботи на напівавтоматі допускаються особи, які пройшли інструктаж по техніці безпеки в лабораторії дугового зварювання, вивчили будову і принцип роботи напівавтомата ПМП-6.

7.2 Необхідно пам'ятати, що зварювальний дріт і струмоведучі частини (мундштук) зварювального пальника знаходиться під напругою при включеному джерелі живлення.

7.3 Проводити заправку дроту в напівавтомат і заміну наконечника тільки при вимкненому джерелі живлення.

7.4 Категорично забороняється підправляти дріт в подаючому пристрої при включеному механізмі подачі.

7.5 Робочий стіл зварника повинен бути відгороджений брезентом, захисними щитами і т.п. від оточуючих.

7.6 Зварник повинен користуватися маскою або щитком і спеціальним одягом.

## 8 РОБОЧЕ ЗАВДАННЯ

8.1 Вивчити призначення, будову, технічну характеристику, електричну схему і принцип роботи напівавтомата ПМП-6.

8.2 Для заданого зразка підібрати по таблицях орієнтовні параметри режиму зварювання.

8.3 Налагодити на заданий режим зварювання напівавтомата, заварити зразок і зробити висновок про якість зварного з'єднання і правильність підібраних режимів зварювання.

## 9 ЗМІСТ ЗВІТУ

- 9.1 Тема і мета роботи.
- 9.2 Коротко описати основні теоретичні відомості.
- 9.3 Призначення і основні технічні дані напівавтомату ПМП-6.
- 9.4 Основні вузли, їх призначення і робота.
- 9.5 Робота електричної схеми.
- 9.6 Підібрані параметри режиму зварювання та зварювальний дріт.
- 9.7 Висновки за результатами виконання роботи.
- 9.8 Використана література.

Таблиця 2 - Основні марки і дані самозахисного порошкового дроту

Марка тип по ГОСТ або ТУ, номенклатура зв. конструкції	Діаметр дроту, мм	Швидкість подачі дроту м/год	Сила струму, А	Напруга, В	Продуктивність кг/год.	Мін. товщ. зв мет.мм
ПП-АН1 для констр. Із м/в сталей	2,8	До 170	200-350	24-28	2-5	5
ПП-АН3 для констр. Із м/в і н/л ст.	3,0	До 265	270-380	26-35	5-9	5
ПП-АН7 для констр. Із м/в н/л ст.	2,0 2,3	-	140-300	22-28	3-6	3
ПП-АН11 для ст.конст.	2,0;2,4	-	150-350	20-26	3-7	-
ПП-ІДСК для констр. Із м/в сталей	1,8;2,2 2,5;3,0	110-235	180-320	28-36	2-5	5
ПП-2ДСК для констр. Із м/в і н/л ст.	2,3	185-435	240-400	26-34	6-8	5
ПП-АНЗС	3,0	-	-	-	5-9	-
СП-2	2,5	-	-	-	6-8	-



Таблиця 3 - Орієнтовні режими зварювання порошковим дротом ПП-2ДСК і ПП-АНЗ

Марка і діаметр ел.др., мм	Товщина металу, мм	Тип зварного з'єднання	Кількість проходів	Сила струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі дроту, м/год
ПП-2ДСК 2,3	3-4	стикове без розробки кромок, кутове	1	220-240	24-26	180-190
“-	5-6	“-	1	240-260	26-28	200-210
“-	8-12	Стикове з розробкою кромок, таврове, кутове	1-2	280-300	26-28	260-270
“-	14-30	Стикове з розробкою кромок, кутове і таврове	3-6	300-320	28-30	290-300
“-	10-14	Стикове з однібічною розробкою кромок	2	240-260	23-25	210-250
“-	16-18	Стикове з двобічною розробкою кромок	4	260-280	24-26	230-260
ПП-АНЗ 3,0	5-8	Стикове без розробки кромок, таврове, кутове,	1	320-350	24-25	120-140

Таблиця 4 - Орієнтовні режими зварювання маловуглецевих сталей дротом ПП-АНІ

Положення шва в просторі	Діаметр дроту, мм	Напруга на дузі, В	Сила струму, А	Швидкість зварювання, м/год	Виліт електрода, мм
нижнє	3,0	24-25	250-280	14-16	15-20
	3,0	23-25	300-330	12-16	15-20
	3,0	24-27	250-360	14-18	15-20
	2,5	24-26	280-300	12-16	10-20
	2,5	22-25	250--270	12-14	10-20
горизонтальне	1,8	20-23	220-250	14-20	10-15
	2,0	22-23	240-270	16-20	12-18
	2,5	23-26	270-320	16-22	15-20
вертикальне	1,6	19-20	Направлення зварювання	Направлення зварювання	10-15
	1,6	20-21		Зверху вниз Зверху	10-15
	2,0	20-22	180-200 160-180 140-170		10-15

## 10 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 10.1 Тема і мета роботи.
- 10.2 Призначення, основні вузли, їх призначення і робота.
- 10.3 Основні технічні дані напівавтомата. Принцип роботи.
- 10.4 Зварювальні матеріали.
- 10.5 Суть напівавтоматичного зварювання порошковим дротом.
- 10.6 Недоліки, переваги і область застосування. Дефекти при зварюванні вищевказаним способом.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1) Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / Акулов А.И. Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. -М., Машиностроение, 1977, 431 с. – 2 прим.
- 2) Б.Е. Патона. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Б.Е. Патона. - М., Машиностроение, 1974, 759 с. – 2 прим.
- 3) Г.Д.Никифорова. Технология и оборудование сварки плавлением / Г.Д.Никифорова. - М., Машиностроение, 1986, 319 с. – 73 прим.
- 4) Патон Б.Е. Электрошлаковая сварка и наплавка / Патон Б.Е. - М., Машиностроение, 1980, 512 с. – 1 прим.
- 5) Новожилов М.Н. Основы металлургической сварки в газах / Новожилов М.Н. - М., Машиностроение, 1979, 231 с. – 2 прим.
- 6) Терещенко В.И. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций / Терещенко В.И., Либанов А.В. - К., Наукова думка, 1987, 190 с. – 2 прим.
- 7) Оботуров В.И. Сварка в защитных газах / Оботуров В.И. - М., Стройиздат, 1989, 230 с. – 1 прим.
- 8) Сварочные материалы для дуговой сварки. Т.1. Под общей редакцией Н.Н.Потапова. М., Машиностроение, 1989, 242 с. – 2 прим.
- 9) Биковський О.Г. Довідник зварника / Биковський О.Г., Пінковський І.В. - К., Техніка. 2002, 336с.

10) Бельфор М.Г. Оборудование для дуговой шлаковой сварки и наплавки / Бельфор М.Г., Патон Б.Е. - М., Высшая школа, 1974, 256 с. – 2 прим.

11) В.В.Смирнова. Оборудование для дуговой сварки. Справочное пособие / В.В.Смирнова. - Л., Энергоиздат, 1986, 656 с. – 6 прим.

12) Потапьевский О.Г. Сварка в защитных газах плавким электродом / Потапьевский О.Г. - М.: Машиностроение, 1974, 210 с.

13) Никифоров Г.Д. Технология и оборудование сварки плавлением / Никифоров Г.Д. - М.: Машиностроение, 1978, 290 с. – 1 прим.

14) Чвертко А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / Чвертко А.И., Патон Б.Е., Тимченко В.А. - М., Машиностроение, 1981, 263 с.

15) Квасницкий В.Ф. Специальные способы сварки и пайки в судостроении / Квасницкий В.Ф. - Л., Судостроение, 1984, 217 с.

16) Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением / Думов С.И. - Л., Машиностроение, 1987, 460 с. – 30 прим.

17) Розаренов Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением / Розаренов Ю.Н. - М., Машиностроение, 1987, 207 с. – 3 прим.

ДЛЯ НОТАТОК